

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-345476

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2000-162023

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.05.2000

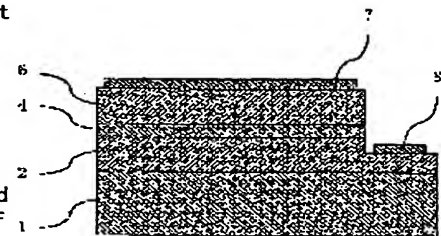
(72)Inventor : KAMEI HIDENORI  
TAKEISHI HIDEKI  
SHINAGAWA SHUICHI

## (54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a new structure which can improve the characteristic for distributing luminous intensity of a light emitting element using the rear surface of a substrate composed of a gallium nitride compound semiconductor on which a laminated structure containing a light emitting layer is not formed as its main light emitting surface immediately above the element and, at the same time, can maintain the luminous intensity of the element at a high level.

**SOLUTION:** The characteristic for distributing luminous intensity of the light emitting element immediately above the element can be made uniform by making the electrode to be arranged on the main light emitting surface of the element unnecessary, by providing a laminated structure of an n-type layer 2 composed of a gallium nitride compound semiconductor, the light emitting layer 4, and a p-type layer 6 on the substrate 1 composed of the n-type gallium nitride-based compound semiconductor, and by providing an n-side electrode in contact with the surface of the n-type layer 2 which is exposed by partially removing the layer 2 from the surface side of the laminated structure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-345476

(P2001-345476A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テマコード (参考)

C 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-162023 (P2000-162023)

(22) 出願日 平成12年 5 月31日 (2000. 5. 31)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 亀井 英徳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 武石 英見

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

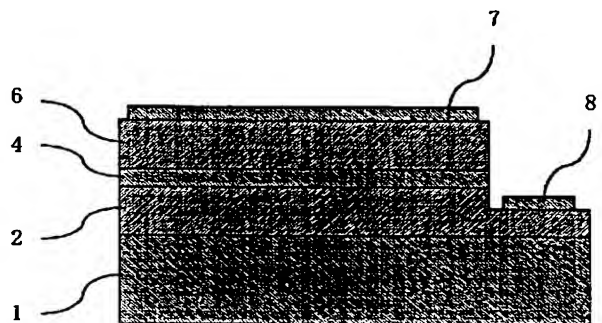
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板を用い、この基板の発光層を含む積層構造が形成されていない裏面側を主発光面側とする発光素子において、発光素子直上での配光特性を改善するとともに、発光強度を高く保持することができる新規な構造を提供することを目的とする。

【解決手段】 n型の窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板1の上に、窒化ガリウム系化合物半導体からなるn型層2と発光層4とp型層6との積層構造が設けられ、n側電極を、前記積層構造の表面側からその一部を除去させて露出された前記n型層2の表面に接して設けることによって、主発光面側に配置される電極を不要とし発光素子直上の配光分布を均一なものとする事ができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第一の主面と第二の主面を有する透光性の n 型の窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板の第一の主面上に、少なくとも窒化ガリウム系化合物半導体からなる n 型層と発光層と p 型層との積層構造が設けられ、n 側電極が前記積層構造の表面側からその一部を除去させて露出された前記 n 型層の表面に接して設けられ、p 側電極が前記 p 型層の表面に接して設けられ、前記基板の前記第二の主面が主発光面であることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光ダイオードに利用される半導体発光素子に係り、特に窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板を用いた窒化ガリウム系化合物発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】窒化ガリウム系化合物半導体は、可視光発光デバイスや高温動作電子デバイス用の半導体材料として多用されるようになっており、青色や緑色の発光ダイオードの分野での展開が進んでいる。

【0003】可視光で発光可能な窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、基本的には、サファイアや SiC 等からなる基板の上にバッファ層を介して、n 型クラッド層と、発光層となる InGa<sub>N</sub> からなる発光層と、p 型クラッド層とを積層させたものが主流である。特に、近來では、基板にサファイアを用い、有機金属気相成長法により、Ga<sub>N</sub> や Al<sub>N</sub> 等からなる低温成長バッファ層を介してダブルヘテロ構造を成長させたものは、高輝度で信頼性が高く、屋外用のパネルディスプレイ用発光ダイオード等に広く用いられるようになってきている。

【0004】しかしながら、最近、Ga<sub>N</sub> からなる基板が作製されるようになり、これを用いた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子がいくつか提案されるようになってきている。例えば、特開平 7-94784 号公報には、Ga<sub>N</sub> を基板とし基板の上に p-n 接合を含む積層体を形成させた青色発光素子が開示されている。この公報によれば、Ga<sub>N</sub> を基板として用い他の赤色発光ダイオード等と同様に対向する電極の間に基板が存在する構造が可能となり、電極位置に対する制約をなくすることができるとされている。

【0005】また、特開平 10-150220 号公報においては、n 型 Ga<sub>N</sub> からなる基板を用い、基板の側を主発光面側とすることができる発光素子が開示されている。

【0006】図 3 は、上記公報において示された従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図である。n 型の Ga<sub>N</sub> からなる基板 11 の上には、n 型クラッド 12 層と、発光層 13 と、p 型クラッド層 14 とが順次積層されており、基板 11 の積層面側でない

一面の上の一部に n 側電極 15 が設けられ、p 型クラッド層 14 の上の全面にわたって p 側電極 16 が設けられている。p 側電極 16 を下向きに実装することにより、n 側電極 15 を設けた面の側を主発光面側とし、面発光を得ることができる。このような構成によれば、電流-光出力特性が改善された安価な発光素子を提供することができるとされている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図 3 に示す従来の構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子においては、Ga<sub>N</sub> からなる基板 11 が発光層 13 からの発光に対し透明であるので、基板 11 に設けた n 側電極 15 の側を主発光面とすることができる。この n 側電極 15 は、通常、ワイヤボンディング用のパッドとして用いられるため、発光に対し透過性を有しない程度の厚膜で形成される。

【0008】したがって、この電極の下の発光層 13 で発せられ基板 11 の主発光面の側へ向かう光は、厚膜の n 側電極 15 で遮られてしまうこととなる。このため、発光素子の上方における配光特性は、n 側電極 15 を形成した領域の上部で落ち込む凹状の分布となる。このような分布の配光特性は、発光素子直上で均一な配光特性と高い発光強度を必要とする用途においては望ましくないという問題がある。

【0009】このような凹状の分布を回避しようとして主発光面となる基板 11 の面積を大きくするために n 側電極 15 のサイズを小さくすると、ワイヤボンディングの作業が困難となるので、n 側電極 15 のサイズを小さくすることは好ましくない。したがって、ボンディング等の電気的接続の作業性を確保してもなお発光特性を改善することができる発光素子が望まれている。

【0010】本発明は上記従来の問題点を解決するものであり、窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板を用い、この基板の側を主発光面側とする発光素子において、発光素子直上での配光特性を改善するとともに、発光強度を高く保持することができる新規な構造を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、第一の主面と第二の主面を有する透光性の n 型の窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板の第一の主面上に、少なくとも窒化ガリウム系化合物半導体からなる n 型層と発光層と p 型層との積層構造が設けられ、n 側電極が前記積層構造の表面側からその一部を除去させて露出された前記 n 型層の表面に接して設けられ、p 側電極が前記 p 型層の表面に接して設けられ、前記基板の前記第二の主面が主発光面であることを特徴とする。

【0012】このような構成によれば、発光素子直上で

の配光特性を改善することができるとともに、発光強度を高く保持することが可能となる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の具体例を、図1を参照しながら説明する。

【0014】（実施の形態）図1に、本発明の一実施の形態に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図を示す。

【0015】図1において、n型のGa<sub>1-a</sub>Nからなる基板1の上に、Ga<sub>1-a</sub>Nからなるn型層2と、InGa<sub>1-x</sub>Nからなる発光層4と、AlGa<sub>1-y</sub>Nからなるp型層6、が順次積層されている。p型層6の表面上にはp側電極7が形成されており、p型層6の表面側から、p型層6と発光層4とn型層2の一部をエッチングにより除去して露出されたn型層2の表面上に、n側電極8が形成されている。

【0016】基板1には、n型の窒化ガリウム系化合物半導体（In<sub>a</sub>Al<sub>b</sub>Ga<sub>1-a-b</sub>N（但し、0 ≤ a ≤ 1、0 ≤ b ≤ 1、0 ≤ a + b ≤ 1））を使用することができるが、良好な結晶性が得られやすいAl<sub>c</sub>Ga<sub>1-c</sub>N（但し、0 ≤ c ≤ 1）が望ましい。中でも、製造が比較的容易で、かつ最も良好な結晶性が得られるGa<sub>1-c</sub>Nからなるものを使用することが最も好ましい。基板1にはSiやGe等のn型不純物がドーピングされて、その電子濃度を概略1 × 10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup> から1 × 10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> の範囲に制御されたものを用いる。電子濃度が1 × 10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup> よりも低くなると、抵抗率が高くなり、基板1に注入された電子が基板1で広がりにくくなる傾向にあるからであり、1 × 10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> よりも高くなると、n型不純物を高濃度にドーピングしたことに起因して基板1の結晶性が悪くなる傾向にあるからである。

【0017】n型層2には、発光層4よりもバンドギャップの大きいn型の窒化ガリウム系化合物半導体を用いることができる。これにより、n型層2にn型クラッド層としての機能を付与できる。n型層2には、Ga<sub>1-a</sub>NやAlGa<sub>1-y</sub>N、InGa<sub>1-x</sub>N、InAlGa<sub>1-x-y</sub>N等の単層、若しくはこれらの層を積層したものを用いることができる。基板1にGa<sub>1-a</sub>Nを用いる場合には、少なくとも基板1に接してGa<sub>1-a</sub>N層を用いることが望ましい。

【0018】n型層2は、少なくともn側電極8が形成される層において、SiやGe等のn型不純物がドーピングされて、その電子濃度を1 × 10<sup>17</sup> cm<sup>-3</sup> 以上で1 × 10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> 未満とすることが望ましい。電子濃度が1 × 10<sup>17</sup> cm<sup>-3</sup> よりも低くなると、n側電極8とのオーミック接触抵抗が高くなり、発光素子の動作電圧が高くなるからであり、1 × 10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> よりも高くなると、n型不純物を高濃度にドーピングしたことに起因してn型層2の結晶性が悪くなる傾向にあるからである。

【0019】n型層2の層厚は、0.1 μm以上とすることが望ましい。0.1 μmよりも薄いとエッチングに

よりn型層2内にn側電極8を形成するための露出面を形成する際のエッチング精度が非常に厳しくなるからである。n型層2の層厚の上限は特にはないが、露出面を形成する際のエッチング精度を緩和するとともに、n型層2の形成時間を不必要に長くならないようにするため、5 μm以下程度とすることが望ましい。

【0020】n型層2は、n型層2内での電流（電子）の広がりを促進するために、n側電極8が形成される層よりも発光層4側において、電流拡散層として、相対的に電子濃度の低い層（抵抗率の高い層）を設けるか、又は、相対的にバンドギャップの大きい層を設けることが望ましい。これらの電流拡散層を設けることにより、n型層2内で電子が一時的に発光層4側へ流れにくくなり、n型層2の面内で電子が均一に広がり、これにより発光層4への均一な電子の注入が実現できるため、発光層4における発光分布が均一となり、その結果、基板1の裏面側の主発光面で均一な面発光が得られるからである。具体的な構成として、基板1にGa<sub>1-a</sub>Nを用いる場合には、基板1側から順に、第一のn型層としてGa<sub>1-a</sub>Nを、第二のn型層としてAl<sub>1-x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N（但し、0 ≤ x ≤ 0.2）を設けることが望ましい。さらに第二のn型層の上に、第三のn型層としてGa<sub>1-a</sub>Nを設けることもできる。ここで、第一のn型層はn側電極8が形成される層であり、第二のn型層と第三のn型層は電流拡散層となる。第二のn型層と第三のn型層は、n型不純物がドーピングされても良く、アンドープとされても良い。第二のn型層の層厚、あるいは第二のn型層と第三のn型層の合計の層厚は、0.002 μm以上で0.2 μm以下の範囲であることが望ましい。0.002 μmよりも薄いと電流広がり効果が小さくなる傾向にあり、0.2 μmよりも厚くなると発光素子の直列抵抗が高くなって動作電圧が高くなるからである。そして、第二のn型層の層厚、あるいは第二のn型層と第三のn型層の合計の層厚に応じて電子濃度を調整することで、電流広がり効果を奏しながら直列抵抗の低減を図ることができる。本発明者らの知見によれば、層厚を厚くするとともに電子濃度を高くすると良い。

【0021】発光層4には、n型層2並びにp型層6のバンドギャップよりも小さいバンドギャップを有する窒化ガリウム系化合物半導体を用いることができる。特に、Alを含まないInGa<sub>1-x</sub>NやGa<sub>1-a</sub>Nを用いると、紫外から緑色の波長域での発光強度を高くすることができる。発光層4がInを含む場合は、膜厚を0.01 μmよりも薄くして単一量子井戸層とすると、発光層4の結晶性を高めることができ、発光効率をより一層高めることができる。

【0022】また、発光層4は、InGa<sub>1-x</sub>NやGa<sub>1-a</sub>Nからなる量子井戸層と、この量子井戸層よりもバンドギャップの大きいInGa<sub>1-x</sub>N、Ga<sub>1-a</sub>N、AlGa<sub>1-y</sub>N等からなる障壁層とを交互に積層させた多重量子井戸構造とする

こともできる。

【0023】p型層6には、発光層4よりもバンドギャップの大きいp型の窒化ガリウム系化合物半導体を用いることができる。これにより、p型層6にp型クラッド層としての機能を付与できる。p型層6には、GaNやAlGaN、InGaN、InAlGaN等の単層、若しくはこれらの層を積層したものを用いることができる。特に、発光層4に接する側のp型層としてAlGaNを用いると、発光層4への電子の閉じ込めを効率的に行うことができ、発光効率を高くすることができるので好ましい。

【0024】p型層6は、p型不純物がドーピングされて、p型伝導とされている。p型不純物には、Mg、Zn、Cd、C等を用いることができるが、比較的容易にp型とすることができMgを用いることが好ましい。p型不純物濃度は $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上で $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 未満とすることが望ましい。p型不純物濃度が $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ よりも低くなると、p側電極7とのオーミック接触抵抗が高くなり、発光素子の動作電圧が高くなるからであり、 $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ よりも高くなると、p型不純物を高濃度にドーピングしたことに起因してp型層6の結晶性が悪くなる傾向になるとともに、発光層4へのp型不純物の拡散が顕著になり、発光効率が低下するからである。

【0025】p型層6に比較的高い濃度のp型不純物をドーピングする際は、p型不純物の発光層4への過剰な拡散を抑制するために、発光層4とp型層6の間に、中間層を導入することもできる。この中間層には、InAlGaNを用いることができるが、特に、GaNを用いると、発光層4との界面の結晶性を良好に保つことができるので好ましい。中間層は、発光層4の方向に拡散するp型不純物の吸収層としての役目を果たすために、アンドープであることが好ましい。中間層の層厚は、0.001 $\mu\text{m}$ 以上で0.05 $\mu\text{m}$ 以下の範囲であることが望ましい。0.001 $\mu\text{m}$ よりも薄いとp型不純物の発光層4への拡散を抑制する効果が小さくなり、0.05 $\mu\text{m}$ よりも厚くなると発光層4への正孔の注入効率が低下し、発光効率が低下するようになるからである。

【0026】p型層6の層厚は、0.05 $\mu\text{m}$ 以上で0.5 $\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることが好ましい。0.05 $\mu\text{m}$ よりも薄いとp側電極7の構成金属がエレクトロマイグレーション等による発光層4への侵入により、発光素子の寿命が低下しやすくなり、0.5 $\mu\text{m}$ よりも厚くなると電流（正孔）がp型層6を通過する際の電圧降下が増大し、発光素子の動作電圧が高くなるからである。

【0027】p型層6のp側電極7に接する側は、バンドギャップの比較的小さいGaNやInGaNとすることができる。これにより、p側電極7との接触抵抗を小さくでき、動作電圧の低減を効果的に行うことができる。

【0028】p側電極7には、AuやNi、Pt、Pd、Mg等の単体金属、あるいはそれらの合金や積層構造を用いることができる。特に、発光波長に対する反射率が高いAg、Pt、Mg、Al、Zn、Rh、Ru、Pd等の金属を用いると、発光層4からp側電極7の側へ向かう光を反射させて、基板1の裏面側から取り出すことができるので、発光強度向上の面で好ましい。

【0029】n側電極8は、n型層2の上に形成された発光層4とp型層6からなる積層構造の表面側からこれらの一部を除去させて露出させたn型層2の表面に接して形成される。n側電極8をこのように配置する構成とすることにより、基板1の前記積層構造を形成していない裏面側を主発光面とすることができ、主発光面において均一な面発光が得られる。

【0030】n側電極8には、AlやTi等の単体金属、またはAlやTi、Au、Ni、V、Cr等を含む合金、若しくはそれらの積層構造を用いることができる。

【0031】

【実施例】以下、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法の具体例について図面を参照しながら説明する。以下の実施例は、主として有機金属気相成長法を用いた窒化ガリウム系化合物半導体の成長方法を示すものであるが、成長方法はこれに限定されるものではなく、分子線エピタキシー法や有機金属分子線エピタキシー法等を用いることも可能である。

【0032】（実施例）図2は本発明の他の実施の形態に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図である。

【0033】本実施例においては、図2に示す窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を作製した。

【0034】まず、表面を鏡面に仕上げられた厚さ約300 $\mu\text{m}$ 、直径約50mmのウェハ状のGaNからなる基板1を反応管内の基板ホルダーに載置した後、基板1の温度を1100℃に10分間保ち、水素ガスを4リットル/分、窒素ガスを4リットル/分、アンモニアを2リットル/分で流しながら基板1を加熱することにより、基板1の表面に付着している有機物等の汚れや水分を取り除くためのクリーニングを行った。

【0035】次に、基板1の温度を1100℃に保持したままで、キャリアガスとして窒素ガスを15リットル/分及び水素ガスを4リットル/分で流しながら、アンモニアを2リットル/分、トリメチルガリウム（以下、TMGと略称する。）を80 $\mu\text{mol}/\text{分}$ 、10ppm希釈のモノシランを10cc/分、で供給して、SiをドーピングしたGaNからなるn型層2を2 $\mu\text{m}$ の厚さで成長させた。このn型層2の電子濃度は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であった。

【0036】n型層2を成長後、基板1の温度を1100℃に保持したままで、モノシランの供給を止め、キャ

リアガスとして窒素ガスを15リットル/分及び水素ガスを4リットル/分で流しながら、アンモニアを2リットル/分、TMGを40 $\mu\text{mol}$ /分、トリメチルアルミニウム（以下、TMAと略称する。）を3 $\mu\text{mol}$ /分、で供給して、アンドープの $\text{Al}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ からなるn型層3を0.05 $\mu\text{m}$ の厚さで成長させた。このn型層3の電子濃度は $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ であった。

【0037】n型層3を成長後、TMGとTMAの供給を止め、基板1の温度を700℃まで降下させ、この温度に維持して、キャリアガスとして窒素ガスを15リットル/分で流しながら、アンモニアを6リットル/分、TMGを4 $\mu\text{mol}$ /分、トリメチルインジウム（以下、TMIと略称する。）を1 $\mu\text{mol}$ /分、で供給して、アンドープの $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ からなる単一量子井戸構造の発光層4を0.002 $\mu\text{m}$ の厚さで成長させた。

【0038】発光層4を成長後、TMIの供給を止め、キャリアガスとして窒素ガスを15リットル/分で流しながら、アンモニアを6リットル/分、TMGを2 $\mu\text{mol}$ /分で供給して、基板1の温度を1050℃に向けて昇温させながら、アンドープの $\text{GaN}$ からなる中間層5を0.004 $\mu\text{m}$ の厚さで成長させた。

【0039】基板温度が1050℃に達したら、キャリアガスとして窒素ガスを15リットル/分及び水素ガスを4リットル/分で流しながら、アンモニアを2リットル/分、TMGを40 $\mu\text{mol}$ /分、TMAを3 $\mu\text{mol}$ /分、ビスシクロペンタジエニルマグネシウム（以下、 $\text{Cp}_2\text{Mg}$ と略称する。）を0.1 $\mu\text{mol}$ /分、で供給して、 $\text{Mg}$ をドーピングした $\text{Al}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ からなるp型層6を0.2 $\mu\text{m}$ の厚さで成長させた。このp型層6の $\text{Mg}$ 濃度は $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であった。

【0040】p型層6を成長後、TMGとTMAと $\text{Cp}_2\text{Mg}$ の供給を止め、窒素ガスを8リットル/分、アンモニアを2リットル/分で流しながら、基板1の温度を室温程度にまで冷却させて、基板1の上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層されたウェハを反応管から取り出した。

【0041】このようにして形成した窒化ガリウム系化合物半導体からなる積層構造に対して、別途アニールを施すことなく、その表面上にCVD法により $\text{SiO}_2$ 膜を堆積させた後、フォトリソグラフィとウェットエッチングにより略方形形状にパターンニングしてエッチング用の $\text{SiO}_2$ マスクを形成させた。そして、反応性イオンエッチング法により、p型層6と中間層5と発光層4とn型層3とn型層2の一部を約0.5 $\mu\text{m}$ の深さで積層方向と逆の方向に向かって除去させて、n型層2の表面を露出させた。そして、フォトリソグラフィと蒸着法により、露出させたn型層2の表面上の一部に、0.1 $\mu\text{m}$ 厚の $\text{Ti}$ と0.5 $\mu\text{m}$ 厚の $\text{Au}$ を積層したn側電極8を蒸着形成させた。さらに、エッチング用の $\text{SiO}_2$

マスクをウェットエッチングにより除去させた後、フォトリソグラフィと蒸着法により、p型層6の表面上のほぼ全面に、0.3 $\mu\text{m}$ 厚の $\text{Pt}$ と0.5 $\mu\text{m}$ 厚の $\text{Au}$ とからなるp側電極7を蒸着形成させた。

【0042】この後、基板1の裏面を研磨して100 $\mu\text{m}$ 程度の厚さに調整し、スクライブによりチップ状に分離した。このようにして、図2に示す窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が得られた。

【0043】この発光素子を、電極形成面側を下向きにして、正負一對の電極を有する $\text{Si}$ ダイオードの上に $\text{Au}$ パンプにより接着させた。このとき、発光素子のp側電極7およびn側電極8が、それぞれ $\text{Si}$ ダイオードの負電極および正電極と接続されるようにして発光素子を搭載する。この後、発光素子を搭載させた $\text{Si}$ ダイオードを、 $\text{Ag}$ ペーストによりステム上に載置し、 $\text{Si}$ ダイオードの正電極をステム上の電極にワイヤで結線し、その後樹脂モールドして発光ダイオードを作製した。この発光ダイオードを20mAの順方向電流で駆動したところ、ピーク発光波長470nmの青色で発光し、基板1の裏面側から均一な面発光が得られた。このときの発光出力は3mWであり、順方向動作電圧は3.4Vであった。

【0044】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板を用い、この基板の発光層を含む積層構造が形成されていない裏面側を主発光面側とする発光素子において、発光素子直上での配光特性を改善するとともに、発光強度を高く保持することができるので、発光素子直上で均一な配光分布が望まれる表面実装型発光ダイオードや発光素子を基板上に複数配列させたライン状光源などの用途に好適に用いることができる。

【0045】また、発光素子直上での発光強度を高く保持することができるので、従来の砲弾形状の樹脂レンズ付き発光ダイオードにも用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図

【図2】本発明の他の実施の形態に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図

【図3】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 n型層
- 3 n型層
- 4 発光層
- 5 中間層
- 6 p型層
- 7 p側電極

(6)

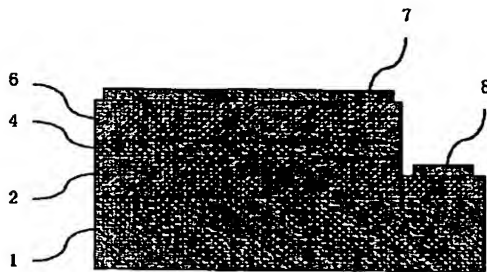
特開2001-345476

10

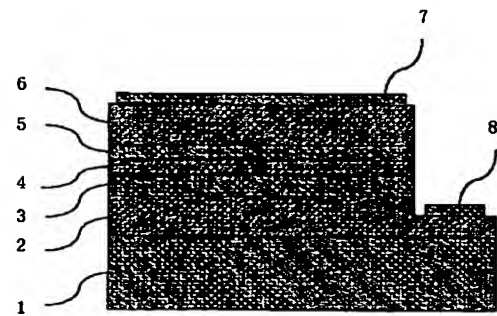
8 n側電極

9

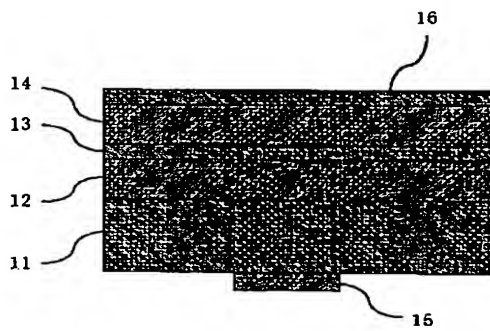
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 品川 修一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5F041 CA05 CA13 CA34 CA40 CA91  
CA99